

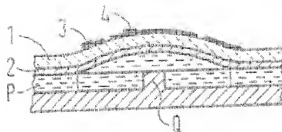
PIEZOELECTRICALLY OPERATED FLUID PUMP

Bibliographic data	Description	Claims	Mosaics	Original document	INPADOC legal status
Publication number:	DE3618106 (A1)				Also published as:
Publication date:	1987-12-03				WO8707218 (A1)
Inventor(s):	HEINZL JOACHIM PROF DR ING [DE] +				JP1500892 (T)
Applicant(s):	SIEMENS AG [DE] +				EP0310605 (A1)
Classification:					
- international:	B41J2/045; B41J2/055; B41J2/14; F04B43/04; H01L41/02; H01L41/09; H04R17/00; B41J2/045; B41J2/055; B41J2/14; F04B43/02; H01L41/00; H01L41/09; H04R17/00; (IPC1-7): B41J3/04; F04B43/04; H01L41/08				
- European:	H04R17/00; B41J2/14D2; F04B43/04M2; H01L41/09G				
Application number:	DE19863618106 19860530				
Priority number(s):	DE19863618106 19860530				
View INPADOC patent family					
View list of citing documents					
Report a data error here					

Abstract of DE 3618106 (A1)

Translate this text

The fluid pump described for producing pressures comprises an electrically excitable membrane made of a first piezoelectrically excitable layer and a support layer firmly bound thereto. The membrane has a peripheral piezoelectrically excitable region and a central piezoelectrically excitable region, these regions being excited in such a manner that, in order to cause a projection in the membrane, the latter is shortened by transverse contraction in its peripheral region and is lengthened in its central region.



Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.



The invention relates to an apparatus to the generation of printing and volumetric flows in accordance with the preamble of the claim 1.

Piezoelectrically operated drive elements for producing printing, in particular as drive elements in pen recorders are well known. Thus an arrangement at Schreibwerken becomes the letter with colored liquid on paper described in the DE-OS 21 64 614, expelled with which over a piezoelectrically operated drive element a liquid located in an ink chamber becomes from a write nozzle. The volume change in the chamber becomes effected by an electrical driven Piezokeramik, which sits on a metal plate and which in-curves into the chamber. The used Piezoantriebsselement consists of a continuous polarized Piezokeramikschrift, which is disposed on a metal plate, whereby the metal plate serves as counterelectrode. If a suitable voltage pulse becomes applied, the Piezokeramik pulls together. Since the ceramic on a metal plate is fixed, a bending moment affects this plate. That has to the sequence that that in-curves middle part of the plate into the liquid chamber.

The length variations, which one can produce for direct piezoelectrically, are infinitesimal small. In addition they are limited by the electric field strength, which one may set on the ceramic, without this leads to by or estimates. In addition further the field strength put on may not lead them to a Umpolarisation, must across corresponding heading for circuits be more switchable.

It is therefore an usual voltage of approx. Not to exceed 200 V. The field strength should be thereby small as a volt for each micrometers in reverse direction to the polarization. In addition the distances between electrodes at air should be not smaller as 1 $\mu\text{m/V}$. The direct length variations, which are in this way more achievable, are thereby approximately 1%, or about 0.2 μm with a layer thickness of 200 μm , provided, the ceramic is thoroughly active and not inactive partial by a Brennhaut.

Such Brennhäute can be avoided so far only with ceramic(s) foils sintered in the stack, if one the edge of the foils inside located in the stack as well as the outer foils remote. With this method the mechanical working of the ceramic and thus the risk of microcracks can be

limited to a minimum and to the edge. Über the surfaces can become without rework so used, as they come from the kiln.

Object of the invention is it to train an apparatus that in such a way initially mentioned type and/or. to head for that as large a stroke as possible results.

This object becomes with an apparatus that initially mentioned type in accordance with the characterizing portion first claim of the dissolved.

Favourable embodiments of the invention are in the Unteransprüchen characterized.

Because the diaphragm exhibits a piezoelectrically stimuable peripheral region and a piezoelectrically stimuable central portion, which become in such a manner driven that producing a diaphragm deflection the diaphragm in its peripheral region becomes extended by lateral contraction shortened and in their central portion, arise a particularly large stroke. This stroke is i.e. the result of the utilization of two effects, the utilization of the lateral contraction in the ceramic and the curvature of the group of adjacent layers, which expand different. By the lateral contraction the stroke of the diaphragm can be increased by reduction of the layer thickness and enlargement of the length dimensions.

A particularly favourable Kraftwirkung results, if one arranges the diaphragm ranges concentric to each other, so that they out-curve with the excitation wart-like. This wart-like Auswölbung represents the smallest and most compact geometric shape, which proceeds from a planar layer and a cavity widened and closes. It is rotationally symmetric around a flat-normal and leaves the plane in a torus-shaped groove, which changes into a lenticular ball portion. In the transition line the required curvature condition changes. Corresponding ones are the electrodes so disposed and/or. the corresponding diaphragm ranges so polarized and over electrodes driven that itself the peripheral region (annulus) shortened, the central portion against it extended.

The edge of the diaphragm changed with deflection its layer, do not wewegen he fixed clamped will can. The bending line essentially corresponds to a deflection bottom internal pressure.

With an other favourable embodiment of the invention several single independently activatable diaphragms on a common substrate-flat are disposed, whereby the select lines for the single diaphragms lead across unpolarsierte regions of the substrate-flat, so that with the drive over these select lines no undesirable piezoelectric effects arise.

In order to increase the stroke still more other, an other piezoelectric stimuable layer can be disposed in place of the backing layer, which is in opposite direction polarized to the first piezoelectrically stimuable layer in each case. Thus a doubling of the stroke almost results.

With the drive element according to invention a particularly effective and simple controllable pumping mechanism can be produced. In addition three with one another diaphragms connected over a pumping channel are disposed, which cooperate in such a manner that a first diaphragm serves the variable cavity associated as inlet valve, is a second diaphragm and a third diaphragm serves as outlet valve.

A so formed static pump with two controllable Sperrschiebern and a variable cavity leaves itself to z. B. from an artificial heart use or as lubricant hydraulic pump for the generation of

high printing. The whole device can be headed for to simple and be trained despite high achievable pressures small.

Further it is possible to use the apparatus as acoustic converter means in loudspeakers or as pressure sensor.

Embodiments of the invention are in the designs shown and become in the following for example more near described. Show

Fig. 1 a schematic comparative presentation between the deformation of a diaphragm plate bottom internal pressure and a diaphragm plate with impressed curvature,

Fig. 2 a diaphragm according to invention in the expenditure-steered state,

Fig. 3 a diaphragm according to invention in the unexcited state,

Fig. 4 a static pump from three connected with one another diaphragms in plan view,

Fig. 5 a static pump in accordance with Fig. 4 in the cross section,

Fig. 6 a schematic illustration of the layer structure of the apparatus according to invention and

Fig. 7 a schematic illustration of a recording head for an ink write mechanism with a variety on a common substrate disposed diaphragms as write nozzles.

A planar transducer from Piezokeramik as it in the Fig. 2 and 3 shown is, consists of a piezoelectrically stimuable continuous layer 1 polarized into a direction of Piezokeramik and a fixed backing layer 2 connected with this stimuable layer, z. B. from nickels. This so formed electrical controllable diaphragm becomes 4 driven over corresponding electrodes 3, whereby the backing layer serves 2 as continuous ground electrode and of a peripheral heading for electrode 3 and a central heading for electrode 4 consists the actual heading for electrodes. These actual heading for electrodes 3 and 4 define concentric to each other disposed diaphragms in the form of circular areas and/or. Annulus surface by corresponding drive of the electrodes 3 and 4 the diaphragm in working direction curves in in Fig. 2 represented form, if the annulus electrode 3 with their generated electric field leads it to a contraction of the Piezokeramikschrift 1 in the region of the ring electrode 3 and comes in the region of the electrode 4 to an elongation of the Piezokeramikschrift.

This becomes in the following on the basis the Fig. 1 more near explained.

The smallest and most compact geometric shape, which proceeds from a planar layer, only weak curvatures required and a cavity widened and closes, is a wart or an e cathedral-like Auswölbung. A such form is rotationally symmetric around a flat-normal and leaves the plane in a torus-shaped groove, which changes into a lenticular ball portion.

A such ideal form can be produced now by the fact that one exposes a planar elastic membrane to an uniform internal pressure. Thus arises on the left side of the Fig. 1a represented form with in the Fig. 1b represented inclination process and a curvature process in accordance with Fig. 1K, whereby the abscissa the radius of the membrane area is associated.

In order to achieve this ideal wart form, the heading for electrodes 3 and 4 are now according to invention in connection with the piezoelectrically stimuable layer 1 and the backing layer 2, which serve as ground electrode, so formed that approach this ideal form results in the case of the deflection.

For this purpose the circular outer electrode is 3 in the outside curvature range of the diaphragm disposed and becomes with a such electric field applied that the piezoelectric layer within this curvature range pulls together. The concentric inner electrode 4 disposed in addition again becomes applied with a such field that the central portion of the Piezokeramikschiicht 1 expands. Thus two effects simultaneous utilized, the lateral contraction of the ceramic and the curvature of the group of adjacent layers, become i.e. which expand different. The radius of curvature, up to which planar layers can be warped so, is for instance about 0,1 m to 0,4 m, depending on like thin one the layers finished can. The ratio of the electrode areas to each other is now so dimensioned that itself approach the desired course in Fig. 1a results in. This results in an inclination in accordance with Fig. 1b with associated curvature Fig. 1K (right side Fig. 1).

As into the Fig. 2 to 5 shown, a static pump with two controllable Sperrschiebern SE and SA and a variable cavity H can be trained with a such planar transducer from Piezokeramik. To this purposes are on a continuous substrate-flat 1 the three diaphragms SE, H, SA formed. In the substrate A a carrier layer T supporting with its associated backing layer 2 is a pumping channel P formed. This pumping channel P stands with a fluid supply V (Fig. 4) in connection. In the pumping channel is in the region of the intake valve SE a transverse rib Q formed, on which in the unexcited state the diaphragm from Piezokeramik 1 and backing layer 2 sets itself and locks thus the channel. In the excited state of the diaphragm the corresponding Fig. the diaphragm stands out and opens 2 warzenförmig thereby the channel P.

The same structure as with the inlet valve SE with the transverse rib Q results in the case of the outlet valve SA with the there transverse rib Q. In the pumping channel section also in the center widened cavity range PH between the inlet valve SE and the outlet valve SA is the actual diaphragm H serving as pump, which is the corresponding diaphragms of the inlet valves SE and SA constructed. A so constructed pump as in the Fig. 4 and 5 leaves itself now in advantageous manner z. B. over a three-phase three-phase alternating current it heads for thus that with a first phase in a pumping step first the inlet valve becomes SE opened that then by the deflection of the diaphragm H (2. Phase) fluid from the supply V sucked will and that then after latches of the intake valve SE and after opening the exhaust valve SA (3.Phase) by actuation of the actual pumping diaphragm H fluid becomes from the outlet portion A expelled.

For closing the Sperrschieber SE, SA it is also possible to head for these in such a way that their diaphragms lock bottom bias the channel P. Thus a particularly dense shutter becomes achieved. In addition a particularly large working stroke is possible with a drive in working direction from this bias.

Depending upon use the pumping channel can be trained also in other manner. Like that it is also possible to arrange in place of the transverse rib Q in the inlet and in the outlet valve SE and SA kragenförmige openings whereby the collar educates the channel. The membrane area presents itself then in the unexcited state in analogous manner as on the transverse rib on this collars and locks so the outlet.

On a such static pump now various uses are possible. So the corresponding Fig can. 7 thereby an ink recording head constructed becomes, with on a single substrate-flat the 1, z. B. nine write nozzles S 1 to S 9 disposed are. Each of these write nozzles consists of an inlet valve SE, a variable cavity H and an outlet valve SA. The write nozzles S 1 to S 9 stand thereby with the supply range V in connection. In order to be able to form a recording head with a larger number of nozzles, it is also possible to also pack several substrate-flat one above the other on it disposed write nozzles

With a such ink recording head the write nozzles S 1 to S 9 functional complete of the ink supply V separated. Thus a mechanical shutter of the nozzles between recording head and the actual paper disposed before the recording head can be void and the drive of this shutter, since the actual ink channels are by the outlet valves SA closed, as long as these outlet valves SA do not become driven. A crosstalk between the nozzles is void, since during the actual spraying procedure no fluid communication exists. The spraying procedures become limited thereby by the reflectance in the actual spraying channel and not by the crosstalk of neighbour nozzles, but only by the eigenvalues the single transducer element by static pumps can be removed air bubbles from the ink channel P and empty channels left thereby electrical controlled to fill.

The described static pumps can be used also for the supply of lubricants in bearings, since the achieved pressures are very high. It is more other possible to use such pumps in the region of the medicine for the transport from blood and other Gewebsflüssigkeiten to.

The diaphragm alone again leaves itself in acoustic converter means z. B. use as Hochtonlautsprecher. Further a such apparatus can serve as pressure sensor, whereby the deflection a voltage caused measurable arising by the printing at the electrodes 3 and 4.

As in the Fig. , a so called controllable Sperrschieber, z leaves itself 6 shown. B. an inlet valve SE, an outlet valve SA or the controllable cavity H in simple manner manufacture. This purposes a thin layer becomes from Piezokeramik used, on that the required structure z as substrate. B. the ink recording head galvanoplastically constructed becomes. The Piezokeramikschiicht 1 becomes this purposes before the galvanoplastic structure polarized and tested. Afterwards side heading for electrodes 3 and 4, z become on the Piezokeramikschiicht 1 on their. B. from silver or gold photo-lithographic galvanic structured and on its other side the backing layer 2 galvanic applied. On this backing layer serving as ground electrode then in the region of the warts aluminium (ALU) will become evaporated, that late between the ambient metal layers out-etched can and so possible that the wart separates from the bar Q between the channels. Follows the galvanic structure of the channel structure in the gaps photoresist, the filling of the channels with a filling corrodable against the channel wall W and applying the carrier layer T. On the rear side of the ceramic an other backing layer SS applied can become, one rejecting the group with temperature change prevented also outside of the electrodes. Here also structures can be accommodated for connecting and for contacting the electrodes, since the ceramic is only in the region of the warts polarized. For the thickness of the single layers the subsequent approximate values result: Piezokeramikschiicht (1) 200 μm ; Electrodes (3, 4) 10 μm m, silver and/or. Gold; Backing layer (2) 100 μm m, nickels; additional backing layer (SS) 100 μm m, nickels; Intermediate layer (ALU) aluminium 0.2 μm m; Starch of the pumping channel (walls W) 50 μm m, nickels; and carrier layer (T) 100 μm m, nickels.

Claims of DE3618106	Print	Copy	Contact Us	Close
---------------------	-------	------	------------	-------

Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.



1. Apparatus to the generation of printing and volumetric flows with an electrical controllable diaphragm from a first piezoelectrically stimuable layer (1) and a fixed backing layer (2), connected with this stimuable layer, characterised in that the diaphragm a piezoelectrically stimuable peripheral region (3) and a piezoelectrically stimuable central portion (4) exhibits, which becomes in such a manner driven that producing a diaphragm deflection the diaphragm in its peripheral region (3) becomes extended by lateral contraction shortened and in its central portion (4).
2. Vorrichtung according to claim 1, characterised in that the piezoelectrically stimuable, continuous layer (1) on their, polarized in a direction, side a continuous mass electrode (2) and on its other side the periphery range an associated first heading for electrode (3) and the central portion an associated second heading for electrode (4) exhibits, whereby the periphery range and the central region become heading for with different electric fields applied.
3. Apparatus according to claim 1, characterised in that the piezoelectrically stimuable layer (1) on their side a continuous mass electrode (2) and on its other side a common heading for electrode exhibits, whereby the peripheral regions and the central region are different polarized.
4. Vorrichtung after one of the claims 1 to 3, characterised in that those the activatable regions of the diaphragm (3, 4) concentric to each other disposed are, so that they out-curve with excitation cathedral-like.
5. Apparatus after one of the claims 1 to 4, characterised in that of several single independently activatable diaphragm ranges on a common substrate-flat disposed are.
6. Apparatus according to claim 5, characterised in that the select lines for the single diaphragm ranges across unpolarisierte regions of the substrate-flat lead.
7. Apparatus after one of the claims 1 to 6, characterised in that in place of the backing layer (2) an other piezoelectrically stimuable layer disposed is, which is in opposite direction polarized to the first piezoelectrically stimuable layer in each case.

8. Vorrichtung after one of the claims 1 to 7, characterised in that the apparatus as static pump with two controllable Sperrschiebern (SE, SA) and a variable cavity (H) formed is, whereby three connected with one another diaphragms cooperate in such a manner that a first diaphragm serves the variable cavity (H) as inlet valve (E), is a second diaphragm associated and a third diaphragm serves as outlet valve (SA).

9. Apparatus after one of the claims 1 to 8, characterised in that the apparatus as acoustic converter means serves.

10. Apparatus after one of the claims 1 to 8, characterised in that the apparatus as pressure sensor formed is.

11. Apparatus according to claim 8, characterised in that the single diaphragm ranges over the single phases of a source of three-phase alternating current driven become.

12. Apparatus after one of the claims 1 to 11, characterised in that the diaphragm in such a manner driven becomes that it out-curves against its working direction and lies close to so bottom bias.

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND

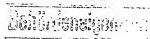


DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
11 **DE 3618106 A1**

21 Aktenzeichen: P 36 18 106.4
22 Anmeldetag: 30. 5. 86
43 Offenlegungstag: 3. 12. 87

51 Int. Cl. 4:
F04B 43/04
H 01 L 41/08
// B41J 3/04



DE 3618106 A1

71 Anmelder:
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

72 Erfinder:
Heinzl, Joachim, Prof. Dr.-Ing., 8000 München, DE

54 **Piezoelektrisch betriebene Fluidpumpe**

Die piezoelektrisch betriebene Fluidpumpe zur Erzeugung von Drücken enthält eine elektrisch ansteuerbare Membran aus einer ersten piezoelektrisch anregbaren Schicht und einer fest mit dieser anregbaren Schicht verbundenen Stützschiicht. Die Membran weist einen piezoelektrisch anregbaren peripheren Bereich und einen piezoelektrisch anregbaren zentralen Bereich auf, wobei die Bereiche derart angesteuert werden, daß zum Erzeugen einer Membranauslenkung die Membran in ihrem peripheren Bereich durch Querkontraktion verkürzt und in ihrem zentralen Bereich verlängert wird.

DE 3618106 A1

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erzeugung von Drücken und Volumenströmen mit einer elektrisch ansteuerbaren Membran aus einer ersten piezoelektrisch anregbaren Schicht (1) und einer fest mit dieser anregbaren Schicht verbundenen Stützschi- 5
 cht (2), dadurch gekennzeichnet, daß die Membran einen piezoelektrisch anregbaren peripheren Bereich (3) und einen piezoelektrisch anregbaren zentralen Bereich (4) aufweist, die derart angesteuert werden, daß zum Erzeugen einer Membranauslenkung die Membran in ihrem peripheren Bereich (3) durch Querkontraktion verkürzt und in ihrem zentralen Bereich (4) verlängert wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die piezoelektrisch anregbare, durchgehend in einer Richtung polarisierte Schicht (1) auf ihrer einen Seite eine durchgehende Massenelektrode (2) und auf ihrer anderen Seite eine dem Peripheriebereich zugeordnete erste Ansteuer- 20
 elektrode (3) und eine dem zentralen Bereich zugeordnete zweite Ansteuer Elektrode (4) aufweist, wobei der Peripheriebereich und der Zentralbereich zum Ansteuern mit unterschiedlichen elektrischen Feldern beaufschlagt werden.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die piezoelektrisch anregbare Schicht (1) auf ihrer einen Seite eine durchgehende Massenelektrode (2) und auf ihrer anderen Seite eine gemeinsame Ansteuer Elektrode aufweist, wobei die peripheren Bereiche und der Zentralbereich unterschiedlich polarisiert sind.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, 35
 dadurch gekennzeichnet, daß die die aktivierbaren Bereiche der Membran (3, 4) konzentrisch zueinander angeordnet sind, so daß sie sich bei Anregung domartig auswölben.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, 40
 dadurch gekennzeichnet, daß mehrere einzeln unabhängig voneinander aktivierbare Membranbereiche auf einer gemeinsamen Substratfläche angeordnet sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuerleitungen für die einzelnen Membranbereiche über unpolarierte Bereiche der Substratfläche führen.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, 50
 dadurch gekennzeichnet, daß anstelle der Stützschi-
 cht (2) eine weitere piezoelektrisch anregbare Schicht angeordnet ist, die jeweils in entgegengesetzter Richtung zur ersten piezoelektrisch anregbaren Schicht polarisiert ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, 55
 dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung als statische Pumpe mit zwei steuerbaren Sperrschiebern (SE, SA) und einem veränderlichen Hohlraum (H) ausgebildet ist, wobei drei miteinander verbundene Membranen derart zusammenwirken, daß eine erste Membran als Einlaßventil (E) dient, eine zweite Membran dem veränderlichen Hohlraum (H) zugeordnet ist und eine dritte Membran als Auslaßventil (SA) dient.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, 60
 dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung als akustische Wandlereinrichtung dient.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, 65
 dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung als

Drucksensor ausgebildet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Membranbereiche über die einzelnen Phasen einer Drehstromquelle angesteuert werden.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, 65
 dadurch gekennzeichnet, daß die Membran derart angesteuert wird, daß sie sich entgegen ihrer Arbeitsrichtung auswölbt und so unter Vorspannung anliegt.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung von Drücken und Volumenströmen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Piezoelektrisch betriebene Antriebselemente zum Erzeugen von Drücken, insbesondere als Antriebselemente in Tintenschreibern sind allgemein bekannt. So wird in der DE-OS 21 64 614 eine Anordnung an Schreibwerken zum Schreiben mit farbiger Flüssigkeit auf Papier beschrieben, bei der über ein piezoelektrisch betriebenes Antriebselement eine in einer Zinkkammer befindliche Flüssigkeit aus einer Schreibdüse ausgestoßen wird. Die Volumenveränderung in der Kammer wird durch eine elektrisch angesteuerte Piezokeramik bewirkt, die auf einer Metallplatte sitzt und die sich in die Kammer hineinwölbt. Das verwendete Piezoantriebselement besteht aus einer durchgehend polarisierten Piezokeramikschi- 30
 cht, die auf einer Metallplatte angeordnet ist, wobei die Metallplatte als Gegenelektrode dient. Wenn ein geeigneter Spannungsimpuls angelegt wird, zieht sich die Piezokeramik zusammen. Da die Keramik auf einer Metallplatte befestigt ist, wirkt sich auf diese Platte ein Biegemoment aus. Das hat zur Folge, daß sich der Mittelteil der Platte in die Flüssigkeitskammer hineinwölbt.

Die Längenänderungen, die man direkt piezoelektrisch erzeugen kann, sind verschwindend klein. Sie sind außerdem begrenzt durch die elektrischen Feldstärken, die man an der Keramik anlegen darf, ohne daß dies zu Durch- oder Überschlägen führt. Weiters dürfen die angelegten Feldstärken nicht zu einer Umpolarisation führen, sie müssen außerdem über entsprechende Ansteuer- 45
 schaltkreise schaltbar sein.

Es ist deshalb üblich eine Spannung von ca. 200 V nicht zu überschreiten. Die Feldstärke sollte dabei kleiner sein als ein Volt je Mikrometer in Gegenrichtung zur Polarisation. Die Abstände zwischen Elektroden an Luft sollten außerdem nicht kleiner als 1 µm/V sein. Die direkten Längenänderungen, die auf diese Weise erzielt 50
 sind, sind damit rund 1%, oder etwa 0,2 µm bei einer Schichtdicke von 200 µm, vorausgesetzt, die Keramik ist durch und durch aktiv und nicht etwa durch eine Brennhaut teilweise inaktiv.

Derartige Brennhäute lassen sich bisher nur bei im Stapel gesinterten Keramikfolien vermeiden, wenn man den Rand der innen im Stapel liegenden Folien sowie die aufliegenden Folien entfernt. Bei diesem Verfahren läßt sich die mechanische Bearbeitung der Keramik und damit die Gefahr von Mikrorissen auf ein Minimum und auf den Rand begrenzen. Die übrigen Oberflächen können ohne Nachbearbeitung so benutzt werden, wie sie aus dem Brennofen kommen.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art so auszubilden bzw. anzusteuern, daß sich ein möglichst großer Hub ergibt.

Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung der ein-

gangs genannten Art gemäß dem kennzeichnenden Teil des ersten Patentsanspruches gelöst.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Dadurch, daß die Membran einen piezoelektrisch anregbaren peripheren Bereich und einen piezoelektrisch anregbaren zentralen Bereich aufweist, die derart angesteuert werden, daß zum Erzeugen einer Membranauslenkung die Membran in ihrem peripheren Bereich durch Querkontraktion verkürzt und in ihrem zentralen Bereich verlängert wird, ergibt sich ein besonders großer Hub. Dieser Hub ist das Ergebnis der Ausnutzung von zwei Wirkungen, nämlich der Ausnutzung der Querkontraktion in der Keramik selbst und die Krümmung des Verbundes benachbarter Schichten, die sich unterschiedlich ausdehnen. Durch die Querkontraktion läßt sich der Hub der Membran durch Verringerung der Schichtdicken und Vergrößerung der Längenabmessungen steigern.

Eine besonders vorteilhafte Kraftwirkung ergibt sich, wenn man die Membranbereiche konzentrisch zueinander anordnet, so daß sie sich bei der Anregung warzenartig auswölben. Diese warzenartige Auswölbung stellt die kleinste und kompakteste geometrische Form dar, die von einer ebenen Schicht ausgeht und einen Hohlraum erweitert und schließt. Sie ist rotationssymmetrisch um eine Flächennormale und verläßt die Ebene in einer torusförmigen Hohlkehle, die in einen linsenförmigen Kugelausschnitt übergeht. An der Übergangslinie ändert sich der benötigte Krümmungszustand. Entsprechend sind die Elektroden so angeordnet bzw. die entsprechenden Membranbereiche so polarisiert und über die Elektroden angesteuert, daß sich der periphere Bereich (Kreisring) verkürzt, der zentrale Bereich dagegen verlängert.

Der Rand der Membran verändert bei Auslenkung seine Lage nicht, wegen er fest eingespannt werden kann. Die Biegelinie entspricht im wesentlichen einer Auslenkung unter Innendruck.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind mehrere einzeln unabhängig voneinander aktivierbare Membranen auf einer gemeinsamen Substratfläche angeordnet, wobei die Ansteuerleitungen für die einzelnen Membranen über unpolarierte Bereiche der Substratfläche führen, damit bei der Ansteuerung über diese Ansteuerleitungen keine unerwünschten piezoelektrischen Effekte auftreten.

Um den Hub noch weiter zu vergrößern, kann anstelle der Stützschiene eine weitere piezoelektrische anregbare Schicht angeordnet sein, die jeweils in entgegengesetzter Richtung zu der ersten piezoelektrisch anregbaren Schicht polarisiert ist. Damit ergibt sich nahezu eine Verdoppelung des Hubes.

Mit dem erfindungsgemäßen Antriebselement läßt sich eine besonders wirksame und einfach ansteuerbare Pumpeneinrichtung erzeugen. Dazu sind drei miteinander über einen Pumpkanal verbundene Membranen angeordnet, die derart zusammenwirken, daß eine erste Membran als Einlaßventil dient, eine zweite Membran dem veränderlichen Hohlraum zugeordnet ist und eine dritte Membran als Auslaßventil dient.

Eine derartig ausgebildete statische Pumpe mit zwei steuerbaren Sperrschaltern und einem veränderlichen Hohlraum läßt sich z. B. von einem künstlichen Herzen verwenden oder als Schmierstoffhydraulikpumpe zur Erzeugung von hohen Drücken. Die gesamte Vorrichtung läßt sich einfach ansteuern und trotz hoher erzielbarer Drücke klein ausbilden.

Weiters ist es möglich, die Vorrichtung als akustische Wandlereinrichtung in Lautsprechern oder als Drucksensor zu verwenden.

Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden beispielsweise näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Vergleichsdarstellung zwischen der Verformung einer Membranplatte unter Innendruck und einer Membranplatte mit aufgeprägter Wölbung,

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Membran im ausgeleakten Zustand,

Fig. 3 eine erfindungsgemäße Membran im unerregten Zustand,

Fig. 4 eine statische Pumpe aus drei miteinander verbundenen Membranen in Draufsicht,

Fig. 5 eine statische Pumpe gemäß Fig. 4 im Querschnitt,

Fig. 6 eine schematische Darstellung des Schichtaufbaues der erfindungsgemäßen Vorrichtung und

Fig. 7 eine schematische Darstellung eines Schreibkopfes für eine Tintenschreibeinrichtung mit einer Vielzahl auf einem gemeinsamen Substrat angeordneten Membranen als Schreibdüsen.

Ein planarer Wandler aus Piezokeramik wie er in den Fig. 2 und 3 dargestellt ist, besteht aus einer piezoelektrisch anregbaren durchgehend in eine Richtung polarisierten Schicht 1 aus Piezokeramik und einer fest mit dieser anregbaren Schicht verbundenen Stützschiene 2, z. B. aus Nickel. Diese so gebildete elektrisch ansteuerbare Membran wird über entsprechende Elektroden 3, 4 angesteuert, wobei die Stützschiene 2 als durchgehende Masselektrode dient und die eigentlichen Ansteuer Elektroden aus einer peripheren Ansteuerlektrode 3 und einer zentralen Ansteuerlektrode 4 bestehen. Diese eigentlichen Ansteuerlektroden 3 und 4 definieren konzentrisch zueinander angeordnete Membranen in Form von Kreisflächen bzw. Kreisringflächen. Durch entsprechende Ansteuerung der Elektroden 3 und 4 wölbt sich die Membran in Arbeitsrichtung in der in Fig. 2 dargestellten Form, wenn die Kreisringe der Elektrode 3 mit ihrem erzeugten elektrischen Feld zu einer Kontraktion der Piezokeramikschiene 1 im Bereich der Ringelektrode 3 führt und im Bereich der Elektrode 4 es zu einer Dehnung der Piezokeramikschiene kommt.

Dies wird im folgenden anhand der Fig. 1 näher erläutert.

Die kleinste und kompakteste geometrische Form, die von einer ebenen Schicht ausgeht, nur schwache Krümmungen benötigt und einen Hohlraum erweitert und schließt, ist eine Warze oder eine domartige Auswölbung. Eine derartige Form ist rotationssymmetrisch um eine Flächennormale und verläßt die Ebene in einer torusförmigen Hohlkehle, die in einen linsenförmigen Kugelausschnitt übergeht.

Eine derartige Idealform läßt sich nun dadurch erzeugen, daß man eine ebene elastische Membran einem gleichmäßigen Innendruck aussetzt. Damit ergibt sich die auf der linken Seite der Fig. 1a dargestellte Form mit dem in der Fig. 1b dargestellten Neigungsverlauf und einem Krümmungsverlauf gemäß Fig. 1c, wobei die Abszisse dem Radius der Membranfläche zugeordnet ist.

Um diese ideale Warzenform zu erreichen, sind nun erfindungsgemäß die Ansteuerlektroden 3 und 4 in Verbindung mit der piezoelektrisch anregbaren Schicht 1 und der Stützschiene 2, die als Masselektrode dient, so ausgebildet, daß sich näherungsweise diese Idealform

bei der Auslenkung ergibt.

Zu diesem Zweck ist die kreisförmige Außenelektrode 3 im äußeren Krümmungsbereich der Membran angeordnet und wird mit einem derartigen elektrischen Feld beaufschlagt, daß sich die piezoelektrische Schicht in diesem Krümmungsbereich zusammenzieht. Die konzentrisch dazu angeordnete Innenelektrode 4 wiederum wird mit einem derartigen Feld beaufschlagt, daß sich der zentrale Bereich der Piezokeramikschiicht 1 ausdehnt. Damit werden zwei Effekte gleichzeitig ausgenutzt, nämlich die Querkontraktion der Keramik selbst und die Krümmung des Verbundes benachbarter Schichten, die sich unterschiedlich ausdehnen. Der Krümmungsradius, bis zu dem diese Schichten derartig verwerflich lassen, liegt etwa bei 0,1 m bis 0,4 m, je nachdem wie dünn man die Schichten fertigen kann. Das Verhältnis der Elektrodenflächen zueinander ist nun so dimensioniert, daß sich näherungsweise der gewünschte Verlauf in Fig. 1a ergibt. Dies ergibt eine Neigung gemäß Fig. 1b mit zugehöriger Krümmung Fig. 1c (rechte Seite Fig. 1).

Wie in den Fig. 2 bis 5 dargestellt, läßt sich mit einem derartigen planaren Wandler aus Piezokeramik eine statische Pumpe mit zwei steuerbaren Sperrschiebern *SE* und *SA* und einem veränderlichen Hohlraum *H* ausbilden. Zu diesem Zwecke sind auf einer durchgehenden Substratfläche 1 die drei Membranen *SE*, *H*, *SA* ausgebildet. In einer das Substrat 1 mit seiner zugehörigen Stützschiicht 2 tragenden Trägerschiicht 7 ist ein Pumpkanal *P* ausgebildet. Dieser Pumpkanal *P* steht mit einem Fluidvorrat *V* (Fig. 4) in Verbindung. In dem Pumpkanal ist im Bereich des Einlaßventils *SE* eine Querrippe *Q* ausgeformt, an die sich im unregneten Zustand die Membran aus Piezokeramik 1 und Stützschiicht 2 anlegt und damit den Kanal verschließt. Im angeregten Zustand der Membran entsprechend der Fig. 2 hebt sich die Membran warzenförmig ab und öffnet damit den Kanal *P*.

Derselbe Aufbau wie beim Einlaßventil *SE* mit der Querrippe *Q* ergibt sich beim Auslaßventil *SA* mit der dortigen Querrippe *Q*. In dem Pumpkanalschnitt mit in der Mitte erweiterten Hohlraum *PH* zwischen dem Einlaßventil *SE* und dem Auslaßventil *SA* befindet sich die eigentliche als Pumpe dienende Membran *H*, die entsprechend den Membranen der Einlaßventile *SE* und *SA* aufgebaut ist. Eine derartig aufgebaute Pumpe wie in den Fig. 4 und 5 läßt sich nun in vorteilhafter Weise z. B. über einen Dreiphasendrehstrom ansteuern und zwar dadurch, daß mit einer ersten Phase in einem Pumpschritt zunächst das Einlaßventil *SE* geöffnet wird, daß dann durch die Auslenkung der Membran *H* (2. Phase) Fluid aus dem Vorrat *V* angesaugt wird und daß dann nach Schließen des Einlaßventils *SE* und nach Öffnen des Auslaßventils *SA* (3. Phase) durch Betätigung der eigentlichen Pumpmembran *H* Fluid aus dem Auslaßbereich *A* ausgestoßen wird.

Zum Schließen der Sperrschieber *SE*, *SA* ist es auch möglich, diese so anzusteuern, daß ihre Membranen unter Vorspannung den Kanal *P* verschließen. Damit wird ein besonders dichter Verschluss erreicht. Außerdem ist bei einer Ansteuerung in Arbeitsrichtung aus dieser Vorspannung heraus ein besonders großer Arbeitshub möglich.

Je nach Verwendungszweck läßt sich der Pumpkanal auch in anderer Weise ausbilden. So ist es auch möglich, anstelle der Querrippe *Q* in dem Einlaß- und Auslaßventil *SE* und *SA* kragenförmige Öffnungen anzuordnen, wobei der Kragen selbst den Kanal bildet. Die

Membranfläche legt sich dann im unregneten Zustand in analoger Weise wie auf die Querrippe auf diesen Kragen auf und verschiebt so den Auslaß.

Auf eine derartige statische Pumpe sind nun vielerlei Verwendungen möglich. So kann entsprechend der Fig. 7 damit ein Tintenschreibkopf aufgebaut werden, bei dem auf einer einzigen Substratfläche 1, z. B. neun Schreibdüsen *S1* bis *S9* angeordnet sind. Jede dieser Schreibdüsen besteht aus einem Einlaßventil *SE* einem veränderlichen Hohlraum *H* und einem Auslaßventil *SA*. Die Schreibdüsen *S1* bis *S9* stehen dabei mit dem Vorratsbereich *V* in Verbindung. Um einen Schreibkopf mit einer größeren Anzahl von Düsen bilden zu können, ist es auch möglich, mehrere Substratflächen mit darauf angeordneten Schreibdüsen übereinander zu packen.

Bei einem derartigen Tintenschreibkopf sind die Schreibdüsen *S1* bis *S9* funktionell vollständig von der Tintenversorgung *V* getrennt. Damit kann ein mechanischer Verschluss der Düsen zwischen Schreibkopf und dem eigentlichen vor dem Schreibkopf angeordneten Papier und der Antrieb dieses Verschlusses entfallen, da die eigentlichen Tintenkanäle durch die Auslaßventile *SA* geschlossen sind, solange diese Auslaßventile *SA* nicht angesteuert werden. Ein Übersprechen zwischen den Düsen entfällt, da beim eigentlichen Spritzvorgang keine Fließverbindung besteht. Die Spritzvorgänge werden dabei nicht durch die Reflexion im eigentlichen Spritzkanal und nicht durch das Übersprechen von Nachbardüsen begrenzt, sondern nur durch die Eigenwerte der einzelnen Wandlerelemente. Durch statisches Pumpen lassen sich Luftblasen aus dem Tintenkanal *P* entfernen und leere Kanäle lassen sich dabei elektrisch gesteuert füllen.

Die beschriebenen statischen Pumpen lassen sich auch zur Versorgung von Schmierstoffen in Lagern verwenden, da die erreichten Drücke sehr hoch sind. Weiter ist es möglich, derartige Pumpen im Bereich der Medizin zum Transport von Blut und anderen Gewebeflüssigkeiten zu verwenden.

Die Membran allein wiederum läßt sich in einer akustischen Wandlereinrichtung z. B. als Hochtonlautsprecher verwenden. Weiterhin kann eine derartige Vorrichtung als Drucksensor dienen, wobei die durch den Druck auftretende Auslenkung eine an den Elektroden 3 und 4 abgreifbare Spannung verursacht.

Wie in der Fig. 6 dargestellt, läßt sich ein sogenannter steuerbarer Sperrschieber, z. B. ein Einlaßventil *SE*, ein Auslaßventil *SA* oder der steuerbare Hohlraum *H* in einfacher Weise herstellen. Zu diesem Zwecke wird als Substrat eine dünne Schicht aus Piezokeramik verwendet, auf der die erforderliche Struktur z. B. des Tintenschreibkopfes galvanoplastisch aufgebaut wird. Die Piezokeramikschiicht 1 wird zu diesem Zwecke vor dem galvanoplastischen Aufbau polarisiert und geprüft. Danach werden auf der Piezokeramikschiicht 1 auf ihrer einen Seite Ansteuerelektroden 3 und 4, z. B. aus Silber oder Gold fotolithographisch galvanisch strukturiert und auf ihrer anderen Seite die Stützschiicht 2 galvanisch aufgebracht. Auf dieser als Masselektrode dienenden Stützschiicht wird dann im Bereich der Warzen Aluminium (ALU) aufgedampft, das später zwischen den umgebenden Metallschichten herausgetätzt werden kann und so ermöglicht, daß sich die Warze vom Steg *Q* zwischen den Kanälen löst. Es folgt der galvanische Aufbau der Kanalstruktur in den Löcken eines Photoresist, das Auffüllen der Kanäle mit einer gegen die Kanalwand *W* ätzbaren Füllung und das Aufbringen der Trägerschiicht *T*. Auf der Rückseite der Keramik kann auch außerhalb

der Elektroden eine weitere Stützschiicht *SS* aufgebracht werden, die ein Verwerfen des Verbundes bei Temperaturänderung verhindert. Hier lassen sich auch Strukturen zum Verbinden und zum Kontaktieren der Elektroden unterbringen, da die Keramik nur im Bereich der Warzen polarisiert ist. Für die Dicke der einzelnen Schichten ergeben sich folgende ungefähre Werte: Piezokeramikschiicht (1) 200 µm; Elektroden (3, 4) 10 µm, Silber bzw. Gold; Stützschiicht (2) 100 µm, Nickel; zusätzliche Stützschiicht (*SS*) 100 µm, Nickel; Zwischenlage (*ALU*) Aluminium 0,2 µm; Stärke des Pumpkanales (Wände *W*) 50 µm, Nickel; und Trägerschiicht (*T*) 100 µm, Nickel.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

1/2

86 P 8 0 3 0 DE

FIG 1

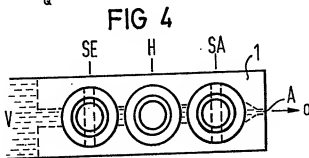
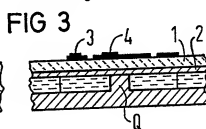
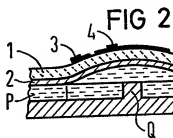
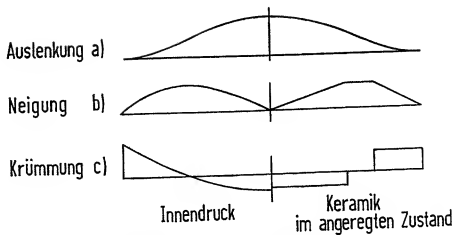


FIG 5

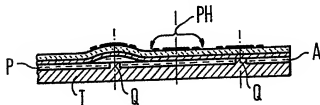


FIG 6

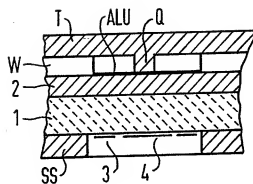


FIG 7

